

УДК 37.091.3:004+373.3/.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2410-2075-2025-20.6>

## ПОНЯТТЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТІ В СИСТЕМІ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

**ДОНЕЦЬ НАТАЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА**

аспірантка кафедри природничих наук і методик їхнього навчання

Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

[natadonatan@gmail.com](mailto:natadonatan@gmail.com)

[orcid.org/0000-0002-0989-531X](https://orcid.org/0000-0002-0989-531X)

*У статті досліджується сутність поняття STEM-компетентності в системі освітнього середовища закладу загальної середньої освіти згідно з нормативними документами та в працях науковців. Актуальність дослідження зумовлена потребою підготувати молодь до швидкозмінного світу та роботи в наукоємних сферах, які є ключовими для сталого розвитку суспільства. Водночас відсутність чіткого визначення STEM-компетентності в нормативних документах України ускладнює її впровадження в освітній процес. Метою дослідження є з'ясування сутності поняття STEM-компетентності в рамках освітнього середовища закладу загальної середньої освіти й обґрунтування її складових елементів. У статті здійснено аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури щодо сутності STEM-компетентності. Окреслено науковців і методистів, які досліджували питання формування цього поняття та давали тлумачення сутності STEM-компетентності. Розглянуто різні підходи до визначення STEM-компетентності, включно з її компонентами, як-от когнітивна, рефлексивно-аналітична, операційно-діяльнісна, ціннісно-мотиваційна, та її важливість для інноваційної діяльності. У статті також зазначено, що концептуалізація STEM-компетентності в Україні потребує узгодження з міжнародними стандартами, зокрема в контексті сталого розвитку суспільства. Наголошується на необхідності інтеграції компетентностей сталого розвитку в освітній процес для формування STEM-компетентності в учнів. Стаття робить внесок у розуміння та впровадження STEM-освіти в Україні, підкреслюючи її значення для розвитку критичного мислення, інженерної та науково-дослідницької діяльності серед учнів.*

**Ключові слова:** компетентність, STEM-компетентність, STEM-освіта, освітнє середовище, заклади загальної середньої освіти.

**Постановка проблеми.** Сучасна освіта орієнтована на формування компетентностей, які забезпечують учням можливість успішно адаптуватися до швидкозмінного світу. Однією з таких є STEM-компетентність, яка охоплює знання, навички та цінності, що дають змогу ефективно застосовувати математику, природничі науки, інженерію та технології в різних сферах діяльності.

Актуальність дослідження STEM-компетентності в системі освітнього середовища закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) зумовлена потребою в підготовці молоді до роботи в наукоємних галузях, що є стратегічно важливими для сталого розвитку суспільства [13]. Водночас у нормативних документах України [10; 11; 12] відсутнє чітке визначення цієї компетентності, що ускладнює процес її реалізації в освітній практиці.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** До вивчення проблеми визначення змісту поняття STEM-компетентності зверталися такі науковці й методисти, як М. Бойко [16], Н. Гончарова [2; 3], Л. Гриневич [16], І. Закарлюка [4], О. Кузьменко [5], А. Кух [6], О. Кух [6], О. Мартинюк [17], Н. Морзе [16; 7], Г. Онопченко [9], О. Онопченко [9], К. Постова [9], Н. Поліхун [9], О. Пилипенко [8], В. Рогоза [14], М. Садовий [15], І. Сліпухіна [9], О. Струтинська [7], О. Трифонова [15] та інші дослідники. У їхніх роботах порушуються різні аспекти STEM-освіти та формування складових елементів STEM-компетентності. Водночас, попри наявні напрацювання, питання визначення поняття STEM-компетентності залишається відкритим і потребує подальшого глибокого наукового аналізу.

**Мета статті** полягає у визначенні сутності поняття STEM-компетентності в контексті

освітнього середовища ЗЗСО й обґрунтування її складових елементів. Для досягнення мети потрібно вирішити такі завдання: проаналізувати нормативно-правові документи щодо впровадження засад STEM-освіти; визначити складові елементи STEM-компетентності.

Дослідження базується на аналізі наукових джерел, нормативних документів, психолого-педагогічної та методичної літератури щодо STEM-освіти.

Використані методи: аналіз і синтез літературних джерел, нормативної бази; порівняльний аналіз визначень і складових елементів STEM-компетентності.

**Виклад основного матеріалу.** У роботі вчених Н. Поліхун, К. Постової, І. Сліпучіної, Г. Онопченко, О. Онопченко [9] STEM-компетентність визначена як динамічна система знань та умінь, навичок і способу мислення, цінностей та особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності. Вчені визначили складові елементи STEM-компетентності (когнітивну, рефлексивно-аналітичну, операційно-діяльнісну, ціннісно-мотиваційну) відповідно до рівнів та етапів наукового й інженерного дизайну (науково-дослідницького, проектно-конструкторського, інформаційного, організаційно-управлінського, технологічного).

Дослідженням понятійно-категоріального апарату STEM-освіти займається Н. Гончарова. У своїх роботах [2; 3] дослідниця під STEM-компетенціями / компетентностями й навичками розуміє динамічну систему знань та умінь, навичок і способу мислення, цінностей і особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності: готовність до розв'язання комплексних задач, критичне мислення, креативність, організаційні здібності, вміння працювати в команді, емоційний інтелект, оцінювання і прийняття рішень, здатність до ефективної взаємодії, вміння домовлятися, когнітивна гнучкість.

Концептуалізацією та систематизацією принципів STEM-освіти займаються Н. Валько [1], О. Кузьменко [5], Н. Кушнір [1], Н. Осипова [1], В. Рогоза [14] та інші. Зокрема, В. Рогоза у своєму дослідженні [14] під STEM-компетентністю пропонує визна-

чати здатність особистості до критичного і креативного мислення в науково-технічному й інженерному контексті із застосуванням математичного інструментарію.

Досліджуючи наукову освіту як основу формування інноваційної компетентності та STEAM-компетентності, Л. Гриневич, Н. Морзе, М. Бойко [16] зауважують, що до STEM-компетентності слід зараховувати математичну компетентність, компетентність у природничих науках і технологіях, частково інформаційно-цифрову компетентність та екологічну грамотність. Погоджуємося з думкою науковців, що до складу STEM-компетентності має бути включена екологічна грамотність. Адже відповідно до цілей сталого розвитку [16] запровадження різноманітних інновацій у світі має враховувати екологічний аспект.

Дослідниця І. Закарлюка зазначає [4], що STEM-компетентність є інтеграцією знань, умінь, навичок із різних дисциплін природничо-математичного циклу, тому і процес їх формування доцільно проводити на основі інтегрованого підходу в освіті.

Дослідженням питання структури STEM-компетенції вчителя займаються Н. Морзе, О. Струтинська [7]. Їхня узагальнена модель STEAM-компетенції для вчителя передбачає: знання STEAM, навички STEAM, дослідницьку компетентність, методичну компетентність, цифрову компетентність, м'які навички, деякі інші ключові компетенції.

Вартим особливої уваги є дисертаційне дослідження О. Пилипенко [8], у якому розкрито підходи до визначення складових STEM-компетентності. У своїй роботі дослідниця здійснила порівняльний аналіз ключових компетентностей, умінь і ставлень, визначених у Державному стандарті базової середньої освіти України та відповідних рекомендаціях Ради Європейського Союзу. Науковиця звертає увагу на те, що в українській освітній системі математична компетентність і компетентності в галузі природничих наук, техніки й технологій розглядаються як окремі, тоді як у європейському контексті ці компетентності об'єднуються в одну – STEM-компетентність. Водночас їхній опис у документах Європей-

ського Союзу структуровано на дві частини подібно до українського підходу: окремо розглядаються знання, уміння, навички та ставлення. Дослідниця підкреслює, що у формулюваннях умінь і ставлень, які стосуються STEM-компетентностей, простежується суттєва змістова схожість.

О. Пилипенко визначила структурний склад STEM-компетентності студентів фахових коледжів. До STEM-компетентності вчена відносить: математичну компетентність; інформаційно-комунікаційну компетентність; базову компетентність в галузях природознавства і техніки; проєктно-технологічну компетентність; м'які навички, зокрема критичне мислення.

Проведений нами аналіз праць науковців і змісту розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» [12] дає змогу окреслити пріоритетні напрями природничо-математичної освіти (STEM-освіти) та зробити деякі узагальнення (рис. 1).

Реалізація STEM освіти в сучасному освітньому просторі України здійснюється згідно

з вимогами розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» [12], Державних стандартів базової середньої освіти [11] та профільної середньої освіти [10]. Розглянувши детально компетентності, що визначені в цих нормативних документах [10; 11; 12], ми зробили узагальнення щодо ключових компетентностей (табл. 1).

У проаналізованих нами документах ([10; 11; 12]) наводяться тлумачення кожної компетентності. Їх порівняльний аналіз дає можливість сформулювати складові елементи STEM-компетентності за Концепцією та Державним стандартом (рис. 2).

Відповідно до проведеного аналізу до STEM-компетентності належать такі компетентності: математична; компетентність у галузі природничих наук, техніки і технологій; інноваційність; інформаційно-комунікаційна; підприємливість і фінансова грамотність (рис. 3).

Проведений аналіз свідчить про відсутність у нормативних документах цілісного



Рис. 1. Складові елементи (освітні галузі, пріоритетні напрями й основні компоненти) природничо-математичної освіти (STEM-освіти)

Таблиця 1

**Порівняння компетентностей: Концепція STEM-освіти [12] та Державні стандарти середньої освіти [10; 11]**

Компетентності, що визначені [12]	Ключові компетентності, що визначені [11]	Ключові компетентності, що визначені [10]
когнітивні навички; навички оброблення інформації, інтерпретації та аналізу даних; інженерне мислення; науково-дослідницькі навички; алгоритмічне мислення та цифрова грамотність; креативні якості та інноваційність; технологічні навички; навички комунікації	вільне володіння державною мовою; здатність спілкуватися рідною (у разі відмінності від державної) та іноземними мовами; математична компетентність; компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій; інноваційність; екологічна компетентність; інформаційно-комунікаційна компетентність; навчання впродовж життя; громадянські та соціальні компетентності; культурна компетентність; підприємливість і фінансова грамотність	вільне володіння державною мовою; здатність спілкуватися рідною (у разі відмінності від державної) та іноземними мовами; математична компетентність; компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій; інноваційність; екологічна компетентність; інформаційно-комунікаційна компетентність; навчання впродовж життя; громадянські та соціальні компетентності; культурна компетентність; підприємливість і фінансова грамотність



Рис. 2. Порівняльний аналіз складових елементів STEM-компетентності

тлумачення поняття STEM-компетентності. Тож реалізація STEM-компетентності у ЗЗСО на сучасному етапі передбачає з'ясування стану вивчення проблеми на рівні теорії навчання і виховання.

Аналіз елементів (рис. 3., табл. 1) дає можливість визначити структуру STEM-компетентності (рис. 4).

Доповнення структури STEM-компетентності компетентностями сталого розвитку передбачає реалізації засад сталого розвитку [13], що відповідає вимогам українського та європейського підходу до освіти, орієнтованої на сталий розвиток.

За цих умов STEM-компетентність визначається нами як здатність особистості засто-

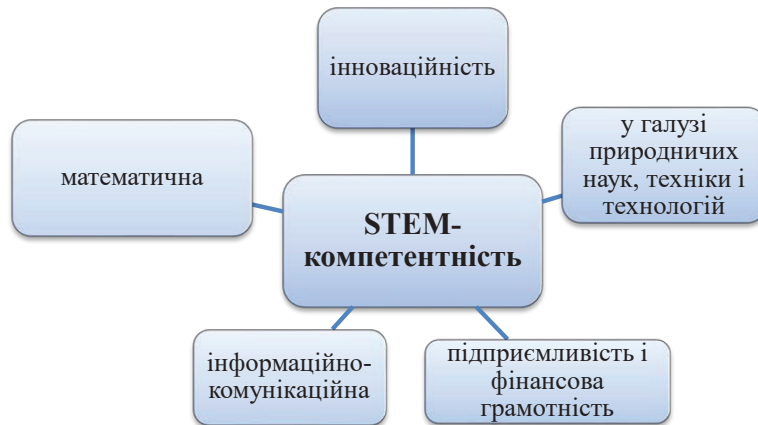


Рис. 3. Складові елементи STEM-компетентності за Концепцією та Державним стандартом

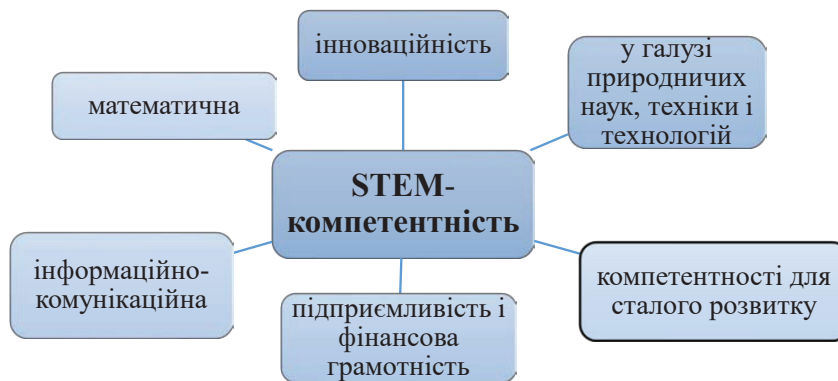


Рис. 4. Актуальна структура STEM-компетентності для ЗЗСО

совувати знання, навички та технології STEM-галузей у навчанні, повсякденному житті та майбутній професійній діяльності на засадах сталого розвитку. Ця багатокомпонентна компетентність, що базується на природничих, математичних, технологічних та інформатичних знаннях, розвивається через науково-технічну творчість, підприємництво, критичне та системне мислення, а також етичні принципи сталого розвитку. Вона охоплює когнітивні, рефлексивно-аналітичні, операційно-

діяльнісні, ціннісно-мотиваційні, емоційні, організаційно-управлінські та м'які навички, необхідні для вирішення складних проблем, пов'язаних з екологічною, соціальною та економічною стійкістю.

**Висновки.** Під час дослідження з'ясовано, що в українському освітньому середовищі, незважаючи на наявність окремих положень у нормативно-правових документах, досі відсутнє цілісне, загальноприйняте визначення STEM-компетентності. Це обумовлює необ-

хідність упорядкування її складових елементів з урахуванням кращих міжнародних практик, рекомендацій Європейського Союзу та цілей сталого розвитку.

Проведений аналіз дав змогу узагальнити актуальні науково-методичні підходи до трактування сутності STEM-компетентності в закладах загальної середньої освіти, а також виокремити її складові елементи. На основі проведеного дослідження запропоновано авторське тлумачення поняття STEM-компетентності як

інтегрованої здатності особистості застосовувати знання, уміння та технології STEM-галузей у навчальній, повсякденній і професійній діяльності, спираючись на принципи сталого розвитку.

Перспективи подальших досліджень доцільно спрямувати на розроблення й апробацію методичних підходів до впровадження компонентів STEM-компетентності в освітню практику, що сприятиме формуванню цілісної моделі її реалізації в умовах Нової української школи.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Валько Н. В., Кушнір Н. О., Осипова Н. В. Інноваційні методи, засоби та форми організації навчального процесу у STEM освіті. *STEM-освіта як шлях до інноваційного розвитку національної освіти* : матеріали Всеукр. наук.-практ. вебконф. з міжнар. участю (Херсон, 28 жовтня 2016 р.). Херсон, 2016. С. 41–48.
2. Гончарова Н. О. Понятійно-категоріальний апарат з проблеми дослідження аспектів STEM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України*, 2017. Вип. 10. URL: [https://lib.iitta.gov.ua/714682/1/%D0%97%D0%90%D0%9F%D0%98%D0%A1%D0%9A%D0%98\\_\\_10\\_STEM%20\(1\).pdf](https://lib.iitta.gov.ua/714682/1/%D0%97%D0%90%D0%9F%D0%98%D0%A1%D0%9A%D0%98__10_STEM%20(1).pdf) (дата звернення: 30.03.2025).
3. Гончарова Н. О. Глосарій термінів STEM-освіти. *Інформаційний збірник для директора школи та завідувача дитячого садка*, 2018. № 10 (79) С. 89–95.
4. Закарлюка І. Формування STEM-компетентності у здобувачів середньої освіти засобами робототехніки. *Педагогічні науки: теорія та практика*. 2023. Вип. 29. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2023-29.60-64> (дата звернення: 30.03.2025).
5. Кузьменко О. Сутність та напрямки розвитку STEM-освіти. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. № 9 (3). С. 188–190.
6. Кух О., Пицаль А., Кух А. Модель STEM освіти на основі персоналізації навчання. *Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка*. 2024. № 23. С. 749–751.
7. Морзе Н., Струтинська О. STEAM-компетентність для вчителя: особливості розробки моделі. 2021. С. 187–198. DOI: <https://doi.10.34916/el.2021.13.16> (дата звернення: 30.03.2025).
8. Пилипенко О. С. Формування STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти у навчанні математики : дис. на здобуття наукового ступеня доктора філософії: 015 Професійна освіта (Цифрові технології). Кривий Ріг, 2023. 284 с.
9. Поліхун Н. І., Постова К. Г., Сліпухіна І. А., Онопченко Г. В., Онопченко О. В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: *методичні рекомендації*. Інститут обдарованої дитини НАПН України. Київ, 2019. 80 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/286032301.pdf> (дата звернення: 30.03.2025).
10. Про затвердження Державного стандарту профільної середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 25.07.2024 № 851. *Офіційний вісник України*. 2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-2024-%D0%BF#Text> (дата звернення: 30.03.2025).
11. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. *Урядовий портал*. 2020. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898> (дата звернення: 30.03.2025).
12. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 № 960-р. *Офіційний вісник України*. 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 30.03.2025).
13. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року : Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019. *Офіційний вісник України*. 2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення: 30.03.2025).

14. Рогоза В. В. Принципи STEM-освіти. *Наукові інновації та передові технології*. Київ, 2023. № 14 (28). С. 1035–1046. URL: <https://surl.gd/vtfgux> (дата звернення: 30.03.2025).
15. Трифонова О. М., Садовий М. І. Особливості використання цифрових технологій в умовах мультидисциплінарності STEM-освіти. *Технологічне забезпечення STEM-освіти в умовах підготовки фахівця природничо-математичного напрямку* : зб. тез міжнар. наук.-метод. конф. присвяченої 105-й річниці Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка, 2023. С. 139–141.
16. Hrynevych L.M., Morze H.B., Boiko M.A. Scientific education as the basis for innovative competence formation in the conditions of digital transformation of the society. *Information Technologies and Learning Tools*. 2020. Vol. 77, № 3. P. 1–26. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v77i3.3980> (дата звернення: 30.03.2025).
17. Martyniuk O.O., Martyniuk O.S., Pankevych S.S., Muzyka I.O. Educational direction of STEM in the system of realization of blended teaching of physics. *Educational Technology Quarterly*, 2021. № 3. P. 347–359. DOI: <https://doi.org/10.55056/etq.39> (дата звернення: 30.03.2025).

## THE CONCEPT OF STEM COMPETENCIES IN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF A GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTION

DONETS NATALIYA VOLODYMYRIVNA

Postgraduate Student at the Department of Natural Sciences and Methods of Their Education  
*Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University*

**Introduction.** *The article examines the essence of the concept of STEM competence in the educational environment of a general secondary education institution according to regulatory documents and scientific research. The relevance of the study is due to the need to prepare young people for a rapidly changing world and to work in high-tech areas, which are key to the sustainable development of society. At the same time, the lack of a clear definition of STEM competence in the regulatory documents of Ukraine complicates its implementation in the educational process.*

**Purpose.** *The purpose of the study is to determine the essence of STEM competence in the educational environment of a general secondary education institution and substantiate its key components.*

**Methods.** *The study is based on an analysis of psychological, pedagogical and methodological literature on the essence of STEM competence. The study examines the works of researchers and methodologists who were involved in the formulation of this concept, and their interpretations of STEM competence. Various approaches to defining STEM competence are analyzed, including its components such as cognitive, reflective-analytical, operational-activity and value-motivational elements, emphasizing its importance for innovative activity. The study also emphasizes the need to harmonize the conceptualization of STEM competence in Ukraine with international standards, in particular in the context of sustainable development.*

**Results.** *As a result of the analysis, the constituent elements of STEM competence in general secondary education institutions are proposed. These include, in particular, mathematical, natural science, innovation and information and communication competences, as well as the need to integrate sustainable development competences into the educational process. The results obtained contribute to the understanding and implementation of STEM education in Ukraine, emphasizing its importance for the development of critical thinking, engineering and research activities among students.*

**Originality.** *The study provides a structured interpretation of STEM competence, adapted to the Ukrainian educational context, bridging the gap between international educational standards and the national regulatory framework.*

**Conclusions.** *Based on the analysis, the article proposes a structured model of STEM competence specifically for general secondary education institutions. The results of the study contribute to a more complete understanding of STEM education in Ukraine, emphasizing its key role in the development of critical thinking, engineering competencies, and scientific research abilities among students. The article forms the components and definitions of STEM competence for implementation in secondary education institutions.*

**Key words:** *competence, STEM competence, STEM education, educational environment, general secondary education institutions.*

## REFERENCES

1. Valko, N.V., Kushnir, N.O., Osypova, N. V. (2016). Innovatsiini metody, zasoby ta formy orhanizatsii navchalnoho protsesu u STEM osviti [Innovative methods, means and forms of organizing the educational

- process in STEM education]. STEM-osvita yak shliakh do innovatsiinoho rozvytku natsionalnoi osvity: materialy Vseukr. nauk.-prakt. veb-konf. z mizhnar. Uchastiu, 41–48.
2. Honcharova, N. (2017). Poniatiino-katehoriialnyi aparat z problemy doslidzhennia aspektiv STEM-osvity [Conceptual and categorical apparatus for studying aspects of STEM education]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy*, 10, [https://lib.iitta.gov.ua/714682/1/%D0%97%D0%90%D0%9F%D0%98%D0%A1%D0%9A%D0%98\\_10\\_STEM%20\(1\).pdf](https://lib.iitta.gov.ua/714682/1/%D0%97%D0%90%D0%9F%D0%98%D0%A1%D0%9A%D0%98_10_STEM%20(1).pdf).
  3. Honcharova, N.O. Hlosarii terminiv, shcho vyznachaiut sutnist poniattia STEM-osvita [Glossary of terms defining the essence of STEM education], 10 (79), 89–95. [http://ontology.inhost.com.ua/index.php?graph\\_uid=1347](http://ontology.inhost.com.ua/index.php?graph_uid=1347).
  4. Zakarluka, I. (2023). Formuvannia STEM-kompetentnosti u zdobuvachiv serednoi osvity zasobamy robototekhniki [Formation of STEM competence in secondary education students through robotics]. *Pedahohichni nauky: teoriia ta praktyka*, 29. <http://pedseries.kpnu.edu.ua/article/view/296532/289517>.
  5. Kuzmenko, O. (2016). Sutnist ta napriamky rozvytku STEM-osvity [The essence and directions of STEM education development]. *Naukovi zapysky Kirovohrad State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko, Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*, 9 (3), 188–190.
  6. Kukh, O., Pyshchal, A., Kukh, A. (2024). Model STEM osvity na osnovi personalizatsii navchannia [STEM education model based on personalized learning]. *Naukovi pratsi Kamianets-Podilskogo natsionalnogo universitetu imeni Ivana Ogiienka*, 23, 749–751.
  7. Morze, N., Strutynska, O. (2021). STEAM-kompetentnist dlia vchytelia: osoblyvosti rozrobky modeli [STEAM competence for teachers: Features of model development]. <https://doi.org/10.34916/el.2021.13.16>.
  8. Pylypenko, O.S. (2023). Formuvannia STEM-kompetentnosti studentiv zakladiv fakhovoi predvyshchoi osvity u navchanni matematyky [Formation of STEM competencies of students of vocational pre-higher education institutions in mathematics education] *Doctor's thesis*. Kryvyi Rih. 284 p.
  9. Polikhun, N.I., Postova, K.G., Slipukhina, I.A., Onopchenko, H.V., Onopchenko, O.V. (2019). Uprovadzhennia STEM-osvity v umovakh intehratsii formalnoi i neformalnoi osvity obdarovanykh uchniv. [Implementation of STEM education in the context of integrating formal and non-formal education of gifted students]. *Instytut obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy*. <https://core.ac.uk/download/pdf/286032301.pdf>.
  10. Pro zatverdzhennia Derzhavnogo standartu profilnoi serednoi osvity (2024). [On the approval of the State Standard of Profile Secondary Education]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-2024-%D0%BF#Text>.
  11. Pro deiaki pytannia derzhavnykh standartiv povnoi zahalnoi serednoi osvity (2020). [On some issues of state standards for complete general secondary education]. <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standativ-povnoyi-zagalnoyi-osviti-i300920-898>.
  12. Pro skhvalennya Kontseptsiyi rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity): Rozporyadzhennya Kabinetu Ministriv Ukrainy (2020). [On the approval of the concept of natural science and mathematical education (STEM education)]. № 960-p. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>.
  13. Pro Tsili staloho rozvytku Ukrainy na period do 2030 roku (2019). [On the Sustainable Development Goals of Ukraine until 2030]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.
  14. Rohoza, V.V. (2023). Pryntsypy STEM-osvity [Principles of STEM education]. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnologii*, 14 (28), 1035–1046. URL: <https://surl.gd/vtfgux>.
  15. Tryfonova, O.M., Sadovyi, M.I. (2023). Osoblyvosti vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohiy v umovakh multydyssyplinarnosti STEM-osvity [Features of using digital technologies in the conditions of multidisciplinary STEM education]. *Tekhnolohichne zabezpechennya STEM-osvity v umovakh pidhotovky fakhivt-sya pryrodnycho-matematychnoho napryamu*, 139–141.
  16. Hrynevych, L.M., Morze, N.V., Boiko, M.A. (2020). Scientific education as the basis for innovative competence formation in the conditions of digital transformation of the society. *Information Technologies and Learning Tools*, 77 (3), 1–26. <https://doi.org/10.33407/itlt.v77i3.3980>.
  17. Martyniuk, O.O., Martyniuk, O.S., Pankevych, S.S., Muzyka, I.O. (2021). Osvitnii napriamok STEM u systemi realizatsii zmishanoho navchannia fizyky [STEM educational direction in the system of implementing blended physics learning]. *Shchokvartalnyk osvitnikh tekhnolohii*, 3, 347–359. <https://doi.org/10.55056/etq.39>.